Volumen 23, Nº 1, Páginas 35-41
IDESIA (Chile) Enero - Abril 2005

EL PROWL-400 (PENDIMETHALIN) COMO CONTROLADOR DE BROTES AXILARES, SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL TABACO RUBIO VAR. K-326

PROWL-400 (PENDIMETHALIN) AS CONTROLLER OF AXILLARY BUDS, HIS EFFECT IN THE YIELD AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE-CURED TOBACCO TO VAR. K-326

Alberto Julca-Otiniano[1] Jorge Arteta-Zavaleta[2] Jorge Raborg-Bautista[2] Reynaldo Crespo-Costa[1]

RESUMEN

Este trabajo se realizó en un campo comercial de tabaco rubio K-326 ubicado en la localidad de Tananta, provincia de Tocache en San Martín (Perú). El objetivo fue evaluar el efecto del Prowl-400 (pendimethalin) en el rendimiento y las características químicas de la hoja curada.

El experimento tuvo siete tratamientos; cuatro con Prowl-400 (5-20‰, uno con FST-7 (37.05‰), control manual de brotes axilares y un testigo (sin control de brotes axilares); todo bajo diseño de bloques completos al azar y con cuatro repeticiones. A nivel de campo, los parámetros evaluados fueron el peso seco de hojas, número, peso y longitud de brotes axilares. A nivel de laboratorio, se evaluó el nitrógeno total, nicotina, azúcares reductores, pH, ácidos solubles, contenido de cloruros, cenizas totales, potasio y calificación de fumado.

El Prowl-400 controló eficazmente los brotes axilares y aumentó el rendimiento de hoja seca hasta en un 41%. Su efecto sobre las características químicas de la hoja de tabaco rubio fue variable.

Palabras clave adicionales: Manejo agronómico, tabaco, cultivos tropicales, reguladores del crecimiento.

ABSTRACT

This work was done in a commercial field of tobacco flue-cured K-326 located in the town of Tananta, province of Tocache in San Martín (Perú). The objective was to evaluate the effect of the Prowl-400 (pendimethalin) in the yield and the chemical characteristics of the cured leaf. The experiment had seven treatments; four with Prowl-400 (5-20‰), one with FST-7 (37.05‰), manual control of axillary buds and a check (without control of axillary buds); used a design of complete blocks at random (DBCA) and with four repetitions. The valued parameters at field were the dry weight of leaves, number, weight and longitude of axillary buds. At laboratory, the total nitrogen, nicotine, was evaluated sugars reducers, pH, soluble acids, content of chlorides, total ashes, potassium and qualification of smoked.

The Prowl-400 controlled the axillary buds efficiently and it increased the yield of dry leaf until in 41%. Its effect on the chemical characteristics of the tobacco leaf was variable.

***Aditional key words:** Cultivation, tobacco, tropical crops, regulators of growth.*

INTRODUCCION

La ingeniería de la producción vegetal busca el uso correcto de los conocimientos que proporcionan las materias básicas y su aplicación en la producción de cultivos (Urbano, 2002). Dentro de este contexto, el descubrimiento y uso comercial de los reguladores de crecimiento vegetal tiene un rol importante en el desarrollo de la agricultura moderna por lo que el tabaco no ha podido retraerse de esta influencia.

El cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) a nivel mundial es muy importante, se estima un área

[1] Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad de Agronomía. Dpto. de Fitotecnia. Aptdo. 12056. La Molina. Lima. Perú Email: ajo@lamolina.edu.pe
[2] Tabacos del Perú S.A. Av. La Molina S/N. La Molina Lima. Perú.

Fecha de Recepción: 14 Junio de 2005
Fecha de Aceptación: 21 Junio de 2005

cultivada mayor a los cuatro millones de hectáreas, las que generan una producción anual que supera los seis millones de toneladas métricas y valorizada en más de once mil millones de dólares. En el Perú, el área sembrada es de apenas 1 200 ha/año, que permite una producción anual de 2 400 t, con un rendimiento promedio de 2,0 t/ha de hoja seca. Pero si bien en nuestro país las cifras son bastante modestas, la dinámica social y económica que se observa en las zonas productoras merecería una atención que escapa a los objetivos de este estudio.

De los diferentes tipos de tabaco, el rubio (flue-cured) es el más importante porque representa el 55% de la producción mundial y el 90% en el caso peruano. Entre las labores culturales más importantes de este cultivo se encuentran la eliminación del brote floral (despunte) y el control de brotes axilares (deshije), ambas son complementarias y tienen como objetivo evitar la translocación de almidones y otros nutrientes acumulados en las hojas, primero hacia las flores y después hacia los brotes axilares. De esta manera se aumenta el peso de la hoja y se evita la pérdida de sus principales características fumativas, tales como el aroma y el sabor.

En las diferentes zonas productoras de tabaco en el mundo, el control de brotes axilares puede ser manual o empleando productos químicos que inhiben su crecimiento; esta misma situación se da en nuestro país. En el primer caso requiere de gran número de jornales/ha para hacerlo y puede ser un problema importante especialmente por la escasez de mano de obra en las zonas productoras. Cuando se realiza el control químico, se usa el FST-7, producto que es una mezcla de n-decanol + sal potásica de hidracida maleica. Su uso está restringido al cultivo de tabaco por lo que es necesario importarlo exclusivamente para este fin, trámite que requiere de tiempo y dinero.

Actualmente, en el mercado peruano se comercializa el herbicida Prowl-400 (pendimethalin), un producto que en algunos países se usa como controlador de brotes axilares de tabaco (Cyanamid, 1996), pero del que no se tiene información sobre su efecto en la producción y calidad del tabaco. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del Prowl-400, sobre el rendimiento y las características químicas del tabaco rubio variedad K-326 bajo condiciones de Tocache, departamento de San Martín en la selva peruana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un campo comercial de tabaco rubio variedad K-326 propiedad de la empresa Tabacos del Perú S.A. (TAPESA), ubicado en la localidad de Tananta (8° 33' LS y 76° 35'-76° 40'), Anexo de Bambamarca, Provincia de Tocache, Departamento de San Martín.

Se usó un Diseño de Bloques completos al azar, con siete tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones; los tratamientos consistieron en cuatro dosis de Prowl-400 y una de FST-7, complementados con un tratamiento donde el control de brotes axilares fue manual (T6) y un testigo sin control de brotes axilares (T7). El FST-7 se usó como testigo comercial por lo que solamente se consideró la dosis usada comercialmente en nuestro país.

Cada unidad experimental (u. e.) tuvo tres surcos con 14 plantas cada uno, es decir, 42 plantas/u.e., que hicieron un total de 1 176 plantas para todo el experimento. El área total empleada fue de 437,4 m^2, con 28 parcelas de 15,6 m^2 cada una, el distanciamiento fue de 1,20 m entre surcos y 0,50 m entre plantas.

El cultivo se manejó con criterios comerciales; el despunte se realizó cuando la parcela tenía aproximadamente el 40% de las plantas en estado de botón floral (Crespo,1968; Manche,1990; Crespo y Julca, 1998), inmediatamente después se aplicaron los productos químicos para el control de brotes laterales en solución con agua (Ciba-Geiby, 1993), según las dosis preestablecidas para cada tratamiento. La aplicación se hizo por la mañana (6,00-8,00 a.m.), sobre la zona del despunte, buscando que los productos escurrieran a lo largo del tallo y llegara a las axilas de las hojas.

El control manual (T6), se realizó según la frecuencia y velocidad de emisión de brotes axilares en la planta (Lazarte, 1968; Chau, 1970; Hinostroza, 1971). Generalmente cuando la longitud y peso no eran significativos, ya que después es más difícil eliminarlos y se puede dañar la planta (Crespo y Julca, 1998).

La cosecha se hizo por el sistema de hoja por hoja y empezó 70 días después del transplante, momento en que las primeras hojas basales reunían los requisitos adecuados de madurez (Crespo y Julca, 1998). En total se realizaron cinco cortes, con un intervalo de aproximadamente una semana entre un corte y otro; en cada corte se arrancaron de cuatro a cinco hojas/planta.

Las hojas cosechadas se trasladaron al Centro de Procesamiento de Bambamarca, propiedad de TAPESA, donde se pesó la hoja verde, se encujó y luego se colocó en la casa de curado. Posteriormente, la hoja seca se volvió a pesar y finalmente fue enviada a Lima, al Laboratorio de Tabacalera Nacional (TANASA) para los análisis químicos respectivos. La metodología empleada fue la que rutinariamente usa la mencionada empresa para los análisis de calidad del tabaco que industrializa y que ha sido ampliamente descrita (AOAC, 1995).

Las evaluaciones se realizaron en las diez plantas centrales del surco central en cada unidad experimental. A nivel de campo, los parámetros considerados fueron el peso seco de hojas, número, peso y longitud de brotes axilares. En laboratorio, se evaluó el nitrógeno total, nicotina, azúcares reductores, pH, ácidos solubles, contenido de cloruros, cenizas totales, potasio y calificación de fumado.

Los datos fueron procesados y analizados con el Programa Satatgraphic Plus, se realizó un analizas de varianza (ANVA) y la Prueba de Duncan (P 0,05) par a comparar los valores promedios de cada parámetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El control de brotes axilares, se realiza con el objetivo de evitar la translocación de almidones y otros nutrientes acumulados en las hojas. De esta manera se aumenta el peso de la hoja y se evita la pérdida de sus principales características fumativas, tales como el aroma y el sabor (Lazarte, 1968; Hinostroza, 1971; Hawks, 1980; Crespo y Julca, 1998). En este estudio, todos los tratamientos, con excepción del FST-7, aumentaron significativamente el rendimiento en hoja seca de tabaco rubio (Tabla 2).

Tabla Nº 1

Tratamientos para conocer el efecto del Prowl-400 en el rendimiento y características químicas de la hoja de tabaco rubio variedad K-326 en Tocache, San Martín, Perú

Tratamientos	Descripción	Producto Comercial (‰)	Producto Comercial (L/ha)
T1	Prowl-400	5,0	1,67
T2	Prowl-400	10,0	3,34
T3	Prowl-400	15,0	5,01
T4	Prowl-400	20,0	6,68
T5	FST-7	37,05	12,5
T6	Control manual de brotes axilares	-	-
T7	(C.M.B.A) Sin control de brotes axilares (S.C.B.A)	-	-

Tabla Nº 2

Efecto de los tratamientos sobre el control de brotes axilares y rendimiento de tabaco rubio variedad K-326 en Tocache, San Martín, Perú

Tratamientos	N. B. A.	P. B. A. (g)	L. B. A. (cm)	Peso Seco (Kg)
T1	2,80 c	230,00 c	25,17 cd	1,55 a
T2	2,40 cd	230,00 c	33,00 bc	1,53 a
T3	1,93 d	96,25 d	16,93 d	1,64 a
T4	0,37 e	49,00 de	29,75 bc	1,74 a
T5	7,33 a	545,00 b	39,57 b	1,43 ab
T6	00,00 e(*)	00,00 e(*)	00,00 e(*)	1,69 a
T7	4,20 b	1 546,75 a	110,32 a	1,23 b

(*) Brotes axilares eliminados frecuentemente, cuando longitud y peso no eran significativos. No considerados para el análisis estadístico respectivo.

N. B. A.: Número de brotes axilares/planta

P. B. A.: Peso de brotes axilares/planta

L. B. A.: Longitud de brotes axilares/planta

El Prowl-400 al 20‰, aumentó el rendimiento en un 41% con respecto al testigo sin control de brotes; en cambio el FST-7 solamente lo hizo en un 16% (Tabla 2). Una respuesta diferente a cada dosis de Prowl es posible, debido a que el efecto de los reguladores de crecimiento sobre la planta depende de la concentración del producto y de la sensibilidad de los órganos afectados (Segura, 2001).

Tanto el Prowl-400 como el FST-7 controlaron significativamente los brotes axilares en el cultivo de tabaco; pero destacó de manera especial el Prowl-400 al 20‰, al que le correspondió el menor número de brotes y también el menor peso (Tabla 2). Contrariamente, el mayor peso correspondió a aquellas plantas donde no se hizo control de brotes axilares (T7). Esto, debido a que el brote que emerge en la axila de la hoja crece sin mayores problemas y sin competencia, alcanzando un gran peso y también una gran longitud, llegando incluso a formar inflorescencia (Tabla 2). Esto es posible debido a que los meristemos axilares suelen presentar un patrón de crecimiento indeterminado que les permite producir indefinidamente estructuras fitoméricas (Roldan y Martínez, 2001). Resultados similares han sido encontrados en tabaco habano, también en condiciones de la selva peruana (Julca *et al*., 2004).

Es importante hacer notar que la última columna de la Tabla 2 muestra la falta de diferencias significativas en el rendimiento cuando el control de brotes se realiza con productos químicos frente al control manual. Estos resultados sugieren que los productos evaluados en este ensayo no causan alteraciones fisiológicas negativas en la planta de tabaco, tal como se ha señalado para el caso de la hidracida maleica (Akehurst,1973; Hawks, 1980). El FST-7 no solamente es una sal potásica de hidracida maléica, sino que está mezclada con n-decanol, por lo que es considerado mayormente un producto de contacto (Tapesa, 1996). Resultados parecidos a los descritos en este ensayo han sido documentados anteriormente en tabaco habano, bajo condiciones de la selva peruana (Julca *et al*., 2004).

Los principales componentes químicos del tabaco rubio son sustancias orgánicas tales como ácidos orgánicos, alcaloides, bases orgánicas, otros componentes nitrogenados, hidratos de carbono, resinas y aceites esenciales (Hawks, 1980). El nitrógeno total estuvo por encima del rango (1,4 - 2,7%) señalado por ANETAB (2001); pero los valores no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Tabla 3).

La nicotina es un alcaloide que se sintetiza en las raíces de la planta de tabaco y estimula a los consumidores que absorben el humo al fumar (Hawks, 1980). En nuestro caso, el contenido de nicotina tampoco presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tabla 3) y los valores estuvieron generalmente por encima del rango (1,5 - 3,5%) encontrado generalmente en este tipo de tabaco. Esto debido a que el contenido de este alcaloide es una característica propia de cada variedad (ANETAB, 2001).

Comparado con el testigo sin control de brotes axilares (T7), solamente las dosis con prowl al 5 y 15‰ tuvieron un efecto significativo sobre el pH de la hoja de tabaco (Tabla 3). Llamó la atención que el menor pH correspondiera al tratamiento T6, es decir, a la parcela donde el control de brotes axilares se realizó manualmente (Tabla 3).

Tabla N° 3

Efecto de los tratamientos sobre el N total, nicotina, pH, cloruros y potasio en hojas de tabaco rubio variedad K-326 en Tocache, San Martín, Perú

Tratamientos	N total (%)	Nicotina (%)	pH	Cloruros (%)	K (%)
T1	3,14 a	3,70 a	5,88 a	0,51 a	2,82 b
T2	3,33 a	3,91 a	5,83 ab	0,51 a	2,65 b
T3	3,34 a	3,93 a	5,94 a	0,44 ab	3,04 b
T4	3,22 a	3,64 a	5,80 ab	0,37 bc	2,84 b
T5	3,41 a	3,95 a	5,81 ab	0,42 abc	2,87 b
T6	3,35 a	3,35 a	5,73 b	0,32 c	3,56 a
T7	3,15 a	3,17 a	5,83 ab	0,34 bc	2,11 c

Este tipo de control produce heridas en la planta y es conocido que las lesiones generan un estrés abiótico; frente a esto la planta responde con un incremento de ácido absícico y ácido jasmónico (Tadeo, 2001); lo cual explicaría la disminución del pH en las hojas.

El nivel de cloruros en la hoja de tabaco debe ser menor al 1% (ANETAB, 2001) para evitar problemas de combustión, esto debido a que el cloro es un elemento que aumenta el contenido de agua en la hoja (Alcaraz *et al.*, 1946). En nuestro caso, todos los tratamientos tuvieron valores menores al límite mencionado, el más bajo correspondió al T6, tratamiento donde los brotes axilares fueron controlados manualmente (Tabla 3).

El potasio también está asociado con la capacidad de combustión de la hoja, debe estar entre el 1,75 a 2,0% en contenido de materia seca (Revista de la Potasa, 1972). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos donde el control de brotes fue con productos químicos. Además el mayor porcentaje de potasio en hojas en el T6 se correspondió con el porcentaje más bajo de cloro (Tabla 3), el K^+ debería ser cinco a seis veces mayor que el Cl^- para contrarrestar su efecto y garantizar la combustión del tabaco (Alcaraz *et al.*, 1946).

Dentro de una escala de 10 al 25%, los azúcares reductores tienen una correlación directa con la calidad del tabaco (Hawks, 1980), por que dan un gusto más dulce al tabaco y una reacción más ácida al humo (Llanos, 1981). Lo más común es encontrar niveles que van entre el 8 y el 18% (Hawks, 1980); aunque para algunos autores, los azúcares constituyen solamente el 10% del peso seco (Inchaustegui *et al.*, 1988). Los bajos niveles de azúcares encontrados en nuestros tratamientos (Tabla 4) se corresponden con los altos niveles de nitrógeno total (Tabla 3), ambos parámetros se encuentran relacionados de manera inversamente proporcional (ANETAB, 2001).

Es interesante destacar el bajo contenido de azúcares en el tratamiento testigo (ver el T7 en la Tabla 4), como una respuesta a la falta de control de brotes axilares que impide la concentración de fotosíntatos en las hojas. Los azúcares se forman por hidrólisis durante el curado de las hojas, a partir de los almidones (Inchaustegui *et al.*, 1988) sintetizados por la planta en el campo.

No se tiene información sobre los niveles recomendables de ácidos solubles en hojas de tabaco; pero en nuestro caso estuvo entre 3,91 y 4,30% aunque no se observó diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 4). En el caso de cenizas totales los valores encontrados en este ensayo estuvieron dentro del rango común que va del 10 al 18% (ANETAB, 2001), correspondiendo el mayor valor al tratamiento testigo que tuvo 16,59% de cenizas totales (Tabla 4).

El humo de los cigarrillos ha sido descrito como uno de los sistemas químicos más complejos, pues cuando cualquier sustancia arde, aparecen otros componentes y en el tabaco se han identificado hasta 3 900 componentes (ANETAB, 2001). Además para la calificación del fumado tampoco se tiene información sobre los porcentajes más adecuados; pero en este caso el mayor valor correspondió al tratamiento donde el control de brotes fue manual (Tabla 4). En todo caso, lo importante es que después del fumado en la

Tabla Nº 4

Efecto de los tratamientos sobre azúcares reductores, ácidos solubles, cenizas totales y calificación del fumado) en hojas de tabaco rubio variedad K-326 en Tocache, San Martín, Perú

Tratamientos	Azúcares Reductores (%)	Ácidos Solubles (%)	Cenizas Totales (%)	Calificación del fumado (%)
T1	9,45 b	4,19 a	12,92 d	67,00 c
T2	9,03 bc	4,30 a	12,66 d	69,25 b
T3	8,97 bc	3,91 a	13,13 cd	68,75 bc
T4	12,91 a	4,31 a	12,69 d	68,50 bc
T5	6,42 cd	4,04 a	14,04 bc	69,00 bc
T6	9,00 bc	4,16 a	14,71 b	71,50 a
T7	3,84 d	4,09 a	16,59 a	69,75 ab

boca quede una sensación de sabor agradable para el consumidor, a esto se le denomina el after/taste (ANETAB, 2001).

Conocer la composición química de la hoja de tabaco siempre será necesario porque es la materia prima para la producción de cigarrillos y porque las cantidades absolutas y relativas de estas sustancias varían grandemente por efecto de las variedades, suelos, métodos de cultivo, madurez y condiciones climatológicas. Pero en la actualidad, las compañías tabacaleras cuentan con técnicas y métodos que garantizan la uniformidad de sus productos comerciales y pueden usar muchos lotes de tabaco y de diversa procedencia para fabricar un determinado tipo de cigarrillo (Hawks, 1980).

Finalmente, es recomendable mencionar la preocupación creciente por el efecto que puede tener este tipo de productos en la salud humana. Frear y Swanson (1978) encontraron que, tres semanas después de su aplicación, el contenido de hidracida maleica en hojas de tabaco disminuyó en un 85%. Mientras que el pendimethalin, no es persistente y se descompone fácilmente durante el curado de la hoja (Cyanamid, 1996). En este último caso, sería conveniente tomar esta información con precaución e investigar el tema en el futuro.

CONCLUSIONES

El Prowl-400 controló eficazmente los brotes axilares y aumentó el rendimiento de hoja seca hasta en un 41%. Su efecto sobre las características químicas de la hoja de tabaco rubio fue variable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren dejar constancia de su agradecimiento a la empresa Tabacos del Perú S.A. (TAPESA) por su apoyo para la realización de este trabajo, pero de manera especial a los Ing. Arturo Rubio y Fernando Echeandía.

LITERATURA CITADA

ALCARAZ, E. y J. DE LA BORBOLA Y ALCALA. 1946. La combustibilidad y la composición química de los tabacos españoles. Centro de estudios de Tabaco de Sevilla. Madrid.

AKEHURST, B. C. 1973. El tabaco. Agricultura Tropical. Ed. Labor. Barcelona. 682 pp.

ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESAS TRANSFORMADORAS DE TABACO (ANETAB). 2001. Notas sobre la calidad del tabaco virginia en España: Consideraciones para su evaluación y control. Madrid. 56 pp.

CHAU, C. 1970. Despunte y desahije en tabaco flue-cured en Costa Central. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 72 pp.

CIBA-GEIGY. 1993. Guía de productos. División Agrícola. Sao Paulo. Brasil. 274 pp.

CRESPO, R. y A. JULCA. 1998. Manual del Cultivo de Tabaco rubio (Flue-cured). Universidad Nacional Agraria La Molina. Dpto. Fitotecnia. Lima. 149 pp. (No publicado).

CYANAMID S. A. 1996. Herbadox. Folleto de Divulgación técnica. Lima. 2 pp.

FREAR, S. D. y H. R. SWANSON. 1978. Behavior and fate of [^{14}C] maleic hydrazyde in tobacco plants. J. Agric. Food Chem. 26: 660-665.

HAWKS, S. N. 1980. Tabaco flue-cured. Principios básicos de su cultivo y curado. Servicio Nacional de Cultivo y Fermentación del Tabaco. Madrid. 254 pp.

INOSTROZA, R. 1971. Despunte y deshije en el cultivo de tabaco burley en la costa central. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 45 pp.

INCHAUSTEGUI, A.; A. RUBIO; D. FRANCO; A. CAMINATI Y J. CAMINO. 1988. Manuales Técnicos sobre el cultivo de tabaco rubio en el Perú. HOPETA S. A.

JULCA, A.; Raborg, J.; Arteta, J. y Crespo, R. 2004. Control de brotes axilares en tabaco habano con Prowl-400 (pendimethalin) y el FST-7 (N-decanol+potassic salt of maleic hydrazide). Idesia 22(1): 45-53.

LAZARTE, G. 1968. Despunte y deshije en el cultivo de tabaco rubio. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, 78 pp.

LLANOS, M. 1981. El tabaco. Manual técnico para el cultivo y curado. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 65 pp.

AOAC. 1995. Tobacco. In: Official Methods Of Analysis Of AOAC International. Patricia Cunniff (Ed.) Volume I. Chapter 3. Subchapter 7: 28-35.

REVISTA DE LA POTASA. 1967. El cloro y el potasio en las hojas de tabaco. pp: 24-34.

ROLDAN, M. y J. M. MARTINEZ. 2001. Floración y su control ambiental. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal. Azcón-Bieto y Talón (Eds.). Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. - Universitat de Barcelona. Madrid. pp: 403-417.

SEGURA, J. 2001. Introducción al desarrollo, concepto de hormona vegetal. En. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Azcón-Bieto y Talón (Eds.). Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. - Universitat de Barcelona. Madrid. pp: 285-303.

TADEO, F. 2001. Fisiología de las plantas y el estrés. En. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Azcón-Bieto y Talón (Eds.). Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. - Universitat de Barcelona. Madrid. pp: 481- 498.

TAPESA. 1996. Manual técnico para el cultivo de tabaco rubio. Lima. 12 pp.

URBANO, P. 2002. Fitotecnia, ingeniería de la producción vegetal. Mundi-Prensa. Madrid. 528 pp.